

付加体成長は超低周波地震を伴うのか —フィールド観察と摩擦実験によるアプローチ—

発表者 地球変動科学分野 斎藤 翼

近年の地震観測の大きな成果の一つは、付加体内部で発生する超低周波地震 (Very Low Frequency Earthquake: VLF 地震) の発見である。南海トラフ周辺で観測された VLF 地震は、通常の地震よりも振動の周期が長く、短周期成分の実体波をほとんど含まない地震であり、自空間的にクラスター化して分布する (小原, 2009)。その震源は逆断層型のメカニズム解をもち、付加体内部のスラスト沿いで発生していると考えられている (Ito and Obara, 2006a)。また、VLF 地震は応力降下量が非常に小さいという特徴をもち、スラスト沿いの流体圧が高く有効圧が低いことを反映していると考えられている (Ito and Obara, 2006b)。本研究では、付加体成長は本当に VLF 地震を伴うのかを検証することを目的とし、フィールド観察と摩擦実験の両方からアプローチを試みた。

フィールド調査・観察は、沖縄本島四万十付加体に分布する始新統嘉陽層で行った。嘉陽層には断層—褶曲帯が発達しており若いプレートの沈み込みに伴い海溝充填タービダイトが剥ぎ取り付加したことによって形成したとされている (Ujii, 1997)。断層—褶曲帯の形成深度は 5–10km とされており、南海付加体の VLF 地震震源域の陸上アナログであるといえる。本研究ではまず、嘉陽層に見られる褶曲を伴う 2 つの断層露頭の詳細な観察を行った。断層体中に認められる非対称褶曲、デュープレックス構造などの変形組織は、すべて断層上盤が南東方向に向かう逆断層センスを示し、付加体の短縮方向と一致する。断層帯は厚さ 9–75cm で、石英脈や癒着したせん断面が発達しており、断層帯に沿った流体の存在や変形時に未固結であったことを示唆する。また、場所によっては泥の注入構造が認められ、流体圧上昇に伴う水圧破碎が起こったことが示唆される。これらの観察結果は、VLF 地震の震源域の特徴 (逆断層型のメカニズム解、高流体圧・低有効圧) と調和的である。摩擦実験は、京都大学理学研究科所有の回転式摩擦試験機を用いて行った。代表的な 2 箇所の断層露頭から採取した断層角礫 (Breccia1, Breccia2) とその母岩 (石英質砂岩) の 3 つを用いて、摩擦の速度依存性を検討した。実験条件は VLF 地震をできるだけ模擬できるように、すべり速度 0.0026–0.026–0.26–2.6 mm/s、垂直応力 1.0MPa、wet 条件とした。実験の結果、すべり速度 0.0026–0.026–0.26 mm/s の範囲では、母岩の摩擦は高く ($\mu=0.6\sim0.87$)、負の速度依存性 (すべり速度が上昇すると摩擦が減少する) を示した。

図 1. 嘉陽層の典型的に発達する断層—褶曲露頭 (日本の地質構造百選認定露頭)。背斜の逆転翼に沿ってスラストが発達しており (矢印)、付加体成長を担っていたと考えられる。

図 2. 母岩の摩擦実験結果。すべり速度 0.0026–0.026 mm/s の範囲において負の速度依存性 (すべり速度が上昇すると摩擦が減少する) を示す。

一方、断層物質の摩擦は Breccia1 が $\mu=0.59\sim0.77$ 、Breccia2 が $\mu=0.68\sim0.77$ で、摩擦の速度依存性が負のもの (Breccia2) と、速度依存性がない、もしくは正のもの (Breccia1) が認められた。すべり速度 0.26–2.6 mm/s の範囲では、すべての試料について摩擦の正の速度依存性のような挙動を示した。Ikari et al.(2011) は、数多くの物質を用いた実験結果に基づき、摩擦が弱い ($\mu<0.5$) と摩擦の正の速度依存性を示すのに対し、摩擦が強い ($\mu>0.5$) と摩擦の負の速度依存性と正の速度依存性の両方を示すという傾向を報告している。また、Tsutsumi et al.(2011) は摩擦の速度依存性は微細構造に依存し、変形が均質に起こると正の速度依存性を示し、変形が局所化すると負の速度依存性を示すとしている。しかし、摩擦の速度依存性を決定づける要因については、いまだによく分かっていないのが現状である。今後は実験試料の微細構造観察、XRD 分析、鉱物組成などを検討して、摩擦挙動の違いを決定づける要因を明らかにし、VLF 地震を引き起こす不安定すべりの原因を特定していきたいと考えている。



図 1

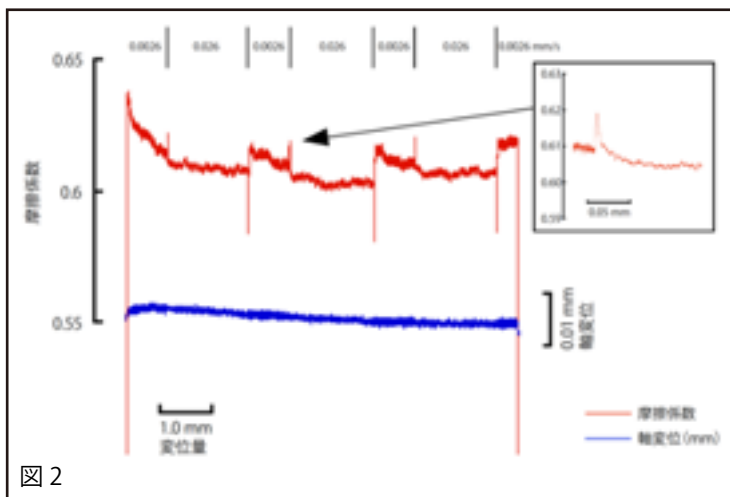


図 2

次回のお知らせ

日時：12月 21日 (水) 17時より

発表者：池端 先生 (岩石学)

連絡先 遠藤 大介 (岩石学 D1)

endora@geol.tsukuba.ac.jp

上松 佐知子 (生物圏変遷科学)

agematsu@geol.tsukuba.ac.jp